

JUDUL SKRIPSI :

PENGONTROLAN SEKUENSIAL UNTUK KOMBINASI 3 POMPA AIR PADA  
BASEMENT HOTEL MENGGUNAKAN PROGAMMABLE LOGIC CONTROLLER.

NamaMahasiswa : Ronny Permana

NIM : 135060301111013

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Kontrol

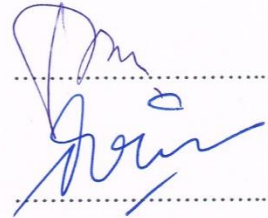
KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Ir. Dipl. Ing Moch Rusli.

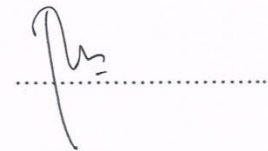


TIM DOSES PENGUJI :

DosenPenguji 1 : M. Aziz Muslim, S.T.,M.T., Ph.D.



DosenPenguji 2 : Goegoes Dwi Nusantara, ST.,MT



DosenPenguji 3 : Rahmadwati, ST., MT., Ph.D.

TanggalUjian : 26 April 2018

SK Penguji : No. 871/UN10.F07/SK/2018

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Pada era globalisasi seperti saat ini perkembangan teknologi berkembang sangat pesat, salah satu perkembangan itu terjadi pada teknologi informatika, teknologi informatika banyak sekali diaplikasikan pada peralatan-peralatan elektronika yang digunakan setiap hari. Dengan kemajuan itulah di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi menghasilkan inovasi baru yang berkembang menuju lebih baik.

Dengan semakin banyaknya bangunan hotel yang ada di kota Malang menyebabkan sedikitnya lahan yang tersedia untuk tempat parkir hotel. Oleh karena itu diperlukan sebuah tempat yang memadai dan berfungsi untuk lahan parkir pada bangunan hotel yang ada. Basement atau biasa disebut ruang bawah tanah adalah salah satu alternatif yang bisa berfungsi sebagai lahan parkir.

Solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah melakukan pengontrolan sekuensial pada pompa air. Dengan mengatur pompa bekerja secara berurutan dan sesuai dengan spesifikasi pompa itu sendiri. Pengontrolan sekuensial pada pompa air dilakukan dengan menggunakan metode Grafcet. Metode grafcet adalah sebuah bahasa pemrograman berbasis grafik yang merepresentasikan program kontrol berupa langkah-langkah dari mesin atau proses. Grafcet ini dijadikan sebagai dasar bahasa pemrograman standar dan mudah dimengerti (Rusli, M., 2012). Diharapkan dengan menggunakan kontrol sekuensial dan metode grafcet, sistem pompa air akan menjadi lebih baik dan maksimal.

Solusi selanjutnya yaitu digunakannya Programmable Logic Controller (PLC), karena PLC adalah sebuah rangkaian elektronik yang dapat mengerjakan berbagai fungsi-fungsi kontrol pada level-level yang kompleks. PLC juga dapat diprogram, dikontrol, dan dioperasikan oleh operator yang berpengalaman dalam mengoperasikan komputer. PLC akan mengoperasikan semua hasil sistem yang menghasilkan output, harus berlogika on atau off dan dapat juga mengoperasikan suatu sistem dengan output yang bervariasi, oleh karena itu PLC sangatlah dibutuhkan untuk mengontrol sebuah pompa air agar bekerja lebih baik dan maksimal.

Pada skripsi ini akan dibuat suatu desain alat breakwater control dengan kombinasi 3 pompa air. Breakwater control adalah sebuah plant berbentuk alat yang mengontrol pompa dengan kondisi input yang diharapkan, Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis membuat suatu alat yang mampu mendeteksi kondisi ketinggian air dan alat tersebut bisa mengendalikan pompa air secara otomatis. Sensor Ultrasonik membaca ketinggian tertentu, kemudian pompa air akan aktif jika sensor membaca level air yang sudah ditentukan dengan ketinggian 6 cm, 11 cm, dan 18 cm. Kondisi input inilah yang menjadikan sebuah alat breakwater control, yang dimana alat ini akan dikontrol dengan pengontrolan sekuensial. Pengontrolan sekuensial digunakan agar menghasilkan output yang diharapkan, yaitu pompa air dapat bekerja dengan baik dan maksimal.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaplikasian program PLC pada miniatur/ prototype breakwater control?
2. Bagaimana prinsip kerja secara menyeluruh simulasi miniatur/ prototype breakwater control?
3. Bagaimana menggunakan dan memprogram PLC Omron CP1L sebagai kontroler otomatis pada simulasi miniatur/ prototype breakwater control dengan software CX-Programmer?

## **1.3 Batasan Masalah**

Karena luasnya objek pengkajian sehingga perlu adanya pembatasan masalah agar pembahasan lebih terfokus pada rumusan masalah. Dalam perancangan skripsi ini permasalahan dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Breakwater control yang digunakan adalah miniatur/ prototipe dengan desain sendiri.
2. Kontroler yang digunakan adalah PLC CP1L- L20DTI-D.
3. Software yang digunakan adalah CX-Programmer dengan menggunakan ladder diagram.
4. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi level air adalah sensor ultrasonik.
5. Arduino UNO sebagai pembaca sensor.
6. Pompa air yang digunakan adalah SP- 1200A.

7. Pengolah masukan sensor ultrasonik sebelum menjadi input PLC yang digunakan adalah Arduino UNO.
8. Prinsip kerja sistem kontrol PLC secara umum dan mendasar.
9. Bahasa pemrograman PLC yang digunakan adalah CX-Programmer.

#### **1.4 Tujuan**

Mengontrol miniatur/ prototype breakwater control dengan menggunakan sistem kontrol sekuensial dan metode grafcet berbasis PLC.

#### **1.5 Manfaat**

Dalam skripsi ini dengan membuat miniatur/ prototipe dengan mengontrol 3 pompa air secara sekuensial yang dikontrol menggunakan PLC sehingga dapat mempermudah dalam penelitian ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kontrol Sekuensial

Kontrol sekuensial adalah salah satu teknik pengontrolan yang digunakan untuk mengatur suatu operasi yang saling terhubung, berurutan dan terintegrasi antara satu dengan yang lainnya. Terdapat tiga kategori kontrol sekuensial:

- a. Sistem melaksanakan urutan berikutnya jika telah mencapai waktu yang telah ditentukan (time schedule control).
- b. Sistem di mana waktu pelaksanaan atau interval waktu tidak penting, hanya urutan operasi yang telah ditetapkan yang dipentingkan (executive control).
- c. Sistem melaksanakan urutan berikutnya jika kondisi yang ditentukan sebelumnya terpenuhi (conditional control). Rangkaian kontrol sekuensial dapat dirancang dalam bentuk suatu alat yang disebut kontroler sekuensial. Kontroler ini menggunakan komputer khusus yang digunakan untuk kebutuhan kontrol sekuensial sehingga kontroller tersebut dapat melaksanakan berbagai perintah sekuensial (Husna, 2015).

#### 2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang dapat mendeteksi gelombang ultrasonik, yaitu gelombang suara yang memiliki frekuensi ultrasonik atau frekuensi di atas kisaran frekuensi pendengaran manusia. Umumnya sensor ultrasonik bersifat ganda, yaitu mendeteksi dan menghasilkan gelombang ultrasonic (*Datasheet HC-SR04*). Menurut Fuadah (2013) prinsip kerja sensor ultrasonik HC-SR04 adalah port I/O mendapat perintah berupa sinyal tinggi selama 10 us. Kemudian modul sensor mengirimkan 8 kali gelombang suara 40 kHz dan secara otomatis akan memantau gelombang yang kembali akibat pantulan. Bila gelombang sudah kembali port I/O akan mengeluarkan sinyal HIGH. Perbedaan waktu antara perintah dan gelombang ultrasonik yang kembali dapat diukur sebagai jarak. Sensor ultrasonik dapat dirumuskan dengan Persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$s = \frac{t_{xc}}{2} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan :

$s$  = jarak

*t*

=

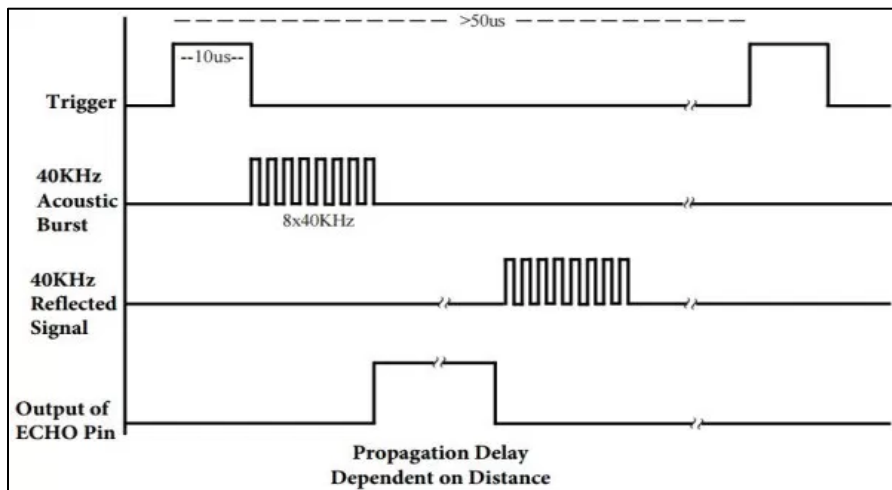
waktu

$c$  = kecepatan suara (340 m/s)

Menurut *Datasheet HC-SR04*, sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 buah pin dengan fungsi sebagai berikut:

1. VCC, sebagai *pin* sumber tegangan sensor sebesar 5V.
2. Trig, sebagai *pin* pembangkit sinyal ultrasonik (*trigger*).
3. Echo, sebagai *pin* pendeteksi sinyal pantulan ultrasonik (*receiver*).
4. GND, sebagai *pin* sumber tegangan negative sensor (*ground*).

Diagram waktu dari sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat dalam Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.1 Diagram Waktu Sensor Ultrasonik HC-SR04

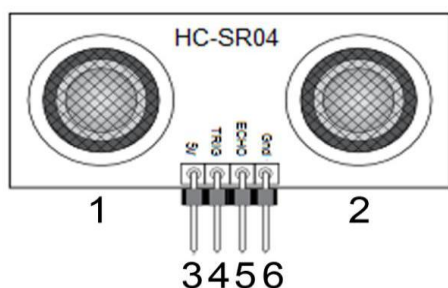
Sumber : Datasheet HC-SR04

Gambar dari sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat dalam Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2. 2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Bagian-bagian dari sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat dalam Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2. 3 Bagian-bagian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sumber : Datasheet

Keterangan :

1. *Transmitter*
2. *Receiver*
3. *Pin VCC*
4. *Pin Trigger*
5. *Pin Echo*
6. *Pin Ground.*

## 2.3 Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan salah satu anggota komputer yang menggunakan IC ataupun peralatan elektromekanik untuk melakukan fungsinya sebagai kontroler. PLC memungkinkan melakukan beberapa fungsi seperti penyimpanan perintah-perintah yang digunakan untuk mengontrol, data yang telah dimanipulasi, dan berkomunikasi dengan penerangkat lain (Bryan, 1997). PLC diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh Richard E. Morley yang merupakan pendiri Modicon Corporation. Menurut National Electrical Manufacturing Assosiation (NEMA), PLC didefinisikan sebagai suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, sekuensial, pengaturan, waktu (timing), pencacahan (counting), dan aritmatika untuk mengontrol suatu mesin industri atau proses industri sesuai dengan yang diinginkan. PLC mampu mengerjakan suatu proses terus



menerus sesuai variabel masukan dan memberikan keputusan sesuai keinginan pemrograman sehingga nilai keluaran tetap terkontrol (Swainston, 1991).

Keadaan input PLC digunakan dan disimpan didalam memori dimana PLC melakukan instruksi logika yang diprogram pada keadaan masukannya. Masukan PLC dapat berupa sensor proximity, limit switch, push button, atau peralatan lainnya yang dapat menghasilkan suatu sinyal yang dapat masuk kedalam PLC. Sedangkan keluaran PLC dapat berupa switch yang menyalakan lampu indikator, relay yang menggerakkan motor atau peralatan lain yang dapat digerakkan oleh sinyal keluaran dari PLC.

Setiap masukan mempunyai alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor akan memanggil berdasarkan alamatnya. Sinyal keluaran dikeluarkan PLC sesuai dengan program yang telah dibuat oleh pengguna berdasarkan analisa keadaan masukan. Setiap keluaran mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya, banyak keluaran tergantung pada jenis PLC yang digunakan.

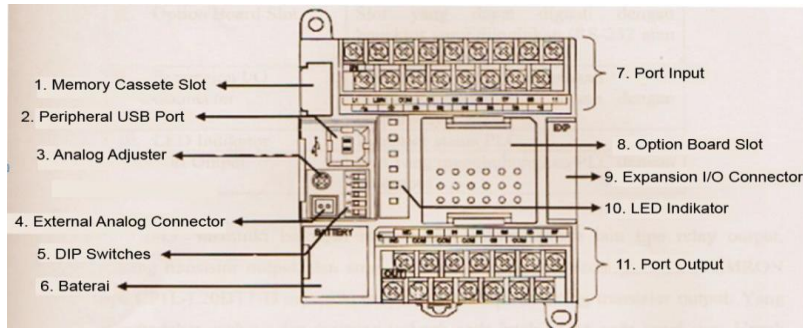
Untuk melakukan pengontrolan, PLC didukung oleh perangkat lunak atau software yang merupakan bagian penting dari PLC. Program PLC terdiri dari 2 jenis yaitu ladder diagram dan instruksi dasar diagram. Menurut Ujang Sonjaya (2010), PLC memiliki beberapa kelebihan antara lain:

1. Fleksibel.
2. Perubahan implementasi dan koreksi kesalahan dapat diketahui dengan mudah.
3. Memiliki harga yang lebih terjangkau.
4. Memiliki jumlah kontak yang banyak.
5. Dapat diamati secara visual dengan sebuah interface.
6. Memiliki kecepatan operasi yang lebih tinggi dibanding relay.
7. Lebih handal dibanding relay maupun tuner mekanik.
8. Memiliki tingkat keamanan yang lebih baik.
9. Memudahkan melakukan perubahan atau pemrograman ulang

#### **2.4 PLC OMRON Tipe CP1L-L20DTI-D**

PLC yang digunakan adalah PLC OMRON tipe CP1L-L20DTI-D. PLC tipe CP1L adalah PLC yang umumnya digunakan di laboratorium karena dimensinya yang cukup kecil dengan jumlah port input/output yang tidak terlalu banyak. Gambar penampang beserta

bentuk fisik PLC Omron Tipe CP1L-L20DTI-D dapat dilihat dalam Gambar 2.4 dan Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2. 4 Penampang PLC Omron CP1L-L20Dxx

Sumber: Modul Praktikum Teknik Otomasi TEUB



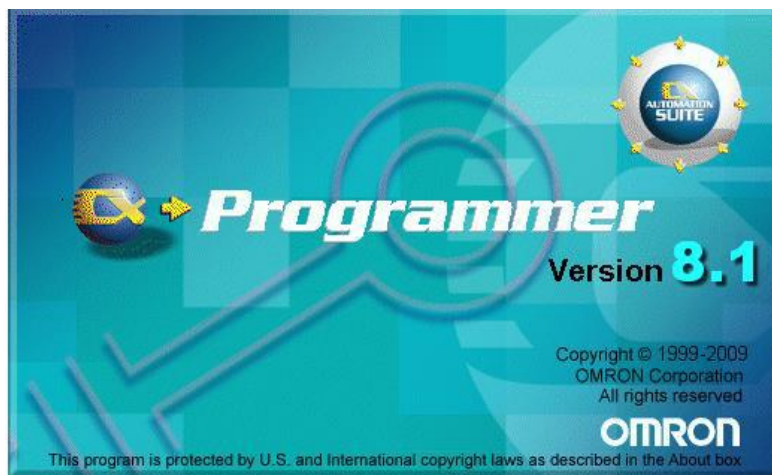
Gambar 2. 5 PLC Omron CP1L-L20Dxx

Sumber: Modul Praktikum Teknik Otomasi TEUB

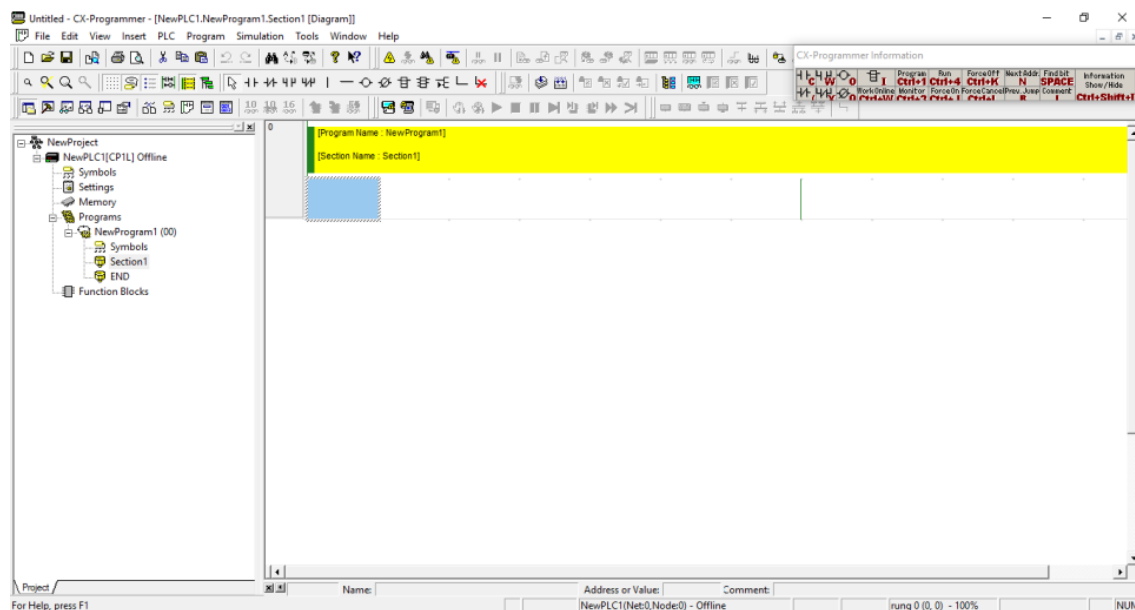
## 2.5 Software CX-ONE

CX-ONE merupakan *software* yang dikembangkan oleh Omron Corp. untuk pemrograman *ladder diagram* PLC OMRON tipe apapun. CX-ONE terdiri dari beberapa *subprogram*, sedangkan yang akan digunakan adalah CX-Programmer. *Software* ini dapat digunakan untuk pemrograman PLC serta untuk melakukan pengecekan proses suatu program PLC. Untuk dapat menyambungkan antara *software* CX-Programmer dan PLC OMRON, hardware PLC dihubungkan ke PC oleh kabel *ethernet*. CX-Programmer memiliki fitur simulasi *ladder diagram*. Dengan demikian, *ladder diagram* yang sudah dibuat pada

program tersebut dapat langsung dicoba tanpa perlu menyambung PLC dengan PC (OMRON Corp.). Tampilan dari Program CX-Programmer dapat dilihat dalam Gambar 2.6 dan Gambar 2.7 berikut:



Gambar 2. 6 Software CX-Programmer



Gambar 2. 7 Tampilan Awal Software CX-Programmer

## 2.6 Relay

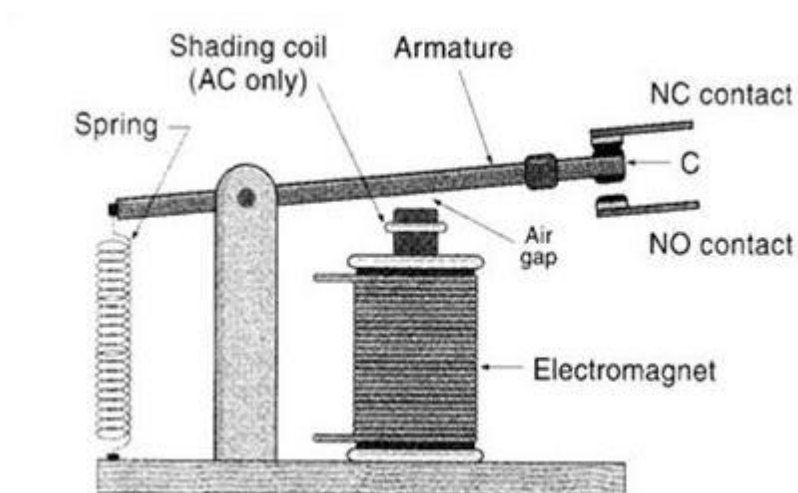
*Relay* adalah sebuah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat (koil) pada batang besi. *Relay* terdiri dari tiga bagian utama yaitu koil atau lilitan *relay*, *common* atau bagian yang tersambung dengan *normally close*, dan kontak yang terdiri dari *normally open*

dan *normally close*. Prinsip kerja dari *relay* adalah ketika koil dialiri arus listrik, tuas saklar akan tertarik oleh medan magnet yang terjadi pada koil yang membuat saklar akan tertutup. Dan ketika arus dihentikan, gaya magnet akan hilang dan tuas saklar akan kembali pada posisi semula sehingga kontak saklar kembali terbuka. *Relay* sendiri biasa digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar dengan memakai arus/tegangan yang kecil. *Relay* yang paling sederhana adalah *relay* elektromekanis yang memberi gerakan mekanis saat diberi energi listrik (Sutiawan, 2011). Gambar dari *relay* dapat dilihat dalam Gambar 2.8 berikut:



Gambar 2. 8 Relay

Bagian-bagian dari *relay* dapat dilihat dalam Gambar 2.9 berikut:



Gambar 2. 9 Bagian-bagian Relay

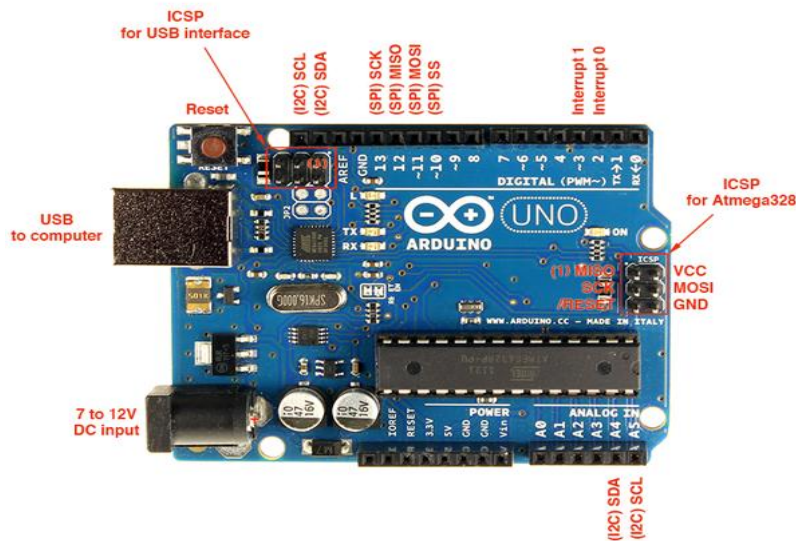
Sumber: Kilian, 1996

Keterangan :

1. Spring, pegas untuk menarik armature (tuas).
2. Shading Coil, pengaman arus AC dari listrik yang tersambung dari contact.
3. Armature, tuas pada relay yang akan naik turun dan menyebabkan posisi ON/OFF ketika elektromagnet aktif.
4. Air Gap, celah udara.
5. NC Contact, kontak Normally Close yaitu kondisi awal relay sebelum diaktifkan selalu berada pada posisi CLOSE (tertutup).
6. NO Contact, kontak Normally Open yaitu kondisi awal relay sebelum diaktifkan selalu berada pada posisi OPEN (terbuka).
7. Electromagnet, sebuah kumparan yang membelit logam yang jika dialiri arus listrik akan menimbulkan gaya elektromagnetik dan akan menjadi logam biasa ketika aliran listrik diputus.

## **2.7 Arduino Uno**

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328. Ini memiliki 14 digital pin input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power itu dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai menggunakannya. Bagian- bagian dari Arduino UNO dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut :



### 2.7.1 Daya

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-DC adaptor atau dengan baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat-positif ukuran 2.1mm konektor POWER. Ujung kepala daribaterai dapat dimasukkan kedalam GND dan VIN, pin header dari konektor Power. Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5V Uno dapat beroperasi tetapi kemudian tidak stabil jika diberi daya lebih dari 12 volt, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno. Pin listrik adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya) 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board.
- GND. Ground pin.

### 2.7.2 Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM.

### 2.7.3 Input Dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, dan `digitalRead ()`, beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (secara default terputus) dari 20 sampai 50 k $\Omega$ . Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
- Eksternal: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite`.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI library.
- LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.
  - Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:
- I2C: A4 (SDA) dan A5 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan Wire library.
- Aref. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference`.
- Reset. Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.

#### **2.7.4 Komunikasi**

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8 U2 menggunakan driver USB standar COM dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan, namun pada OS Windows diperlukan sebuah file inf.

Perangkat lunak Arduino terdapat serial monitor yang memungkinkan digunakan untuk memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

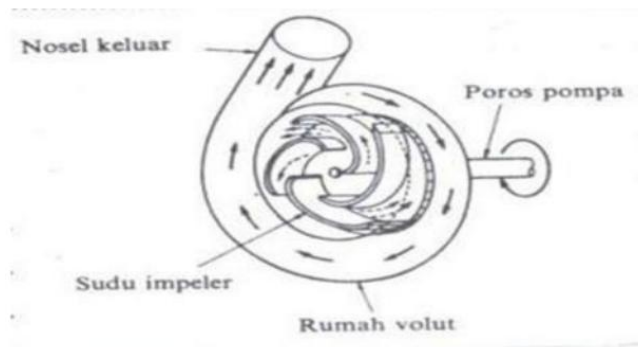
Sebuah Software Serial library memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada board Uno. ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk Wire library untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C.

## 2.8 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal digunakan untuk memberikan atau menambah kecepatan pada cairan, kemudian merubahnya menjadi energi tekanan. Cairan dipaksa masuk ke sebuah *impeller*, dengan daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeller* yang ada berada dalam cairan tadi. Apabila impeler berputar, maka zat cair yang ada dalam *impeller* akan ikut berputar akibat dorongan sudu – sudu pada *impeller*. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah *impeller* menuju keluar melalui saluran diantara sudu – sudu dengan kecepatan tinggi (Faisal, M., 2016).

Zat cair yang meninggalkan *impeller* tersebut dikumpulkan di dalam rumah pompa yang berbentuk spiral atau biasanya disebut volut yang tugasnya mengumpulkan cairan dari *impeller* dan mengarahkan ke *discharge nozzel* (Faisal, M., 2016). *Discharge nozzel* berbentuk seperti kerucut sehingga kecepatan aliran yang tinggi dari *impeller* bertahap turun, bentuk kerucut ini disebut *diffuser*. Pada waktu penurunan kecepatan di dalam *diffuser* diubah menjadi energi tekanan. Jadi *impeller* pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang dikandungnya akan menjadi lebih besar (Faisal, M., 2016), seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.11:





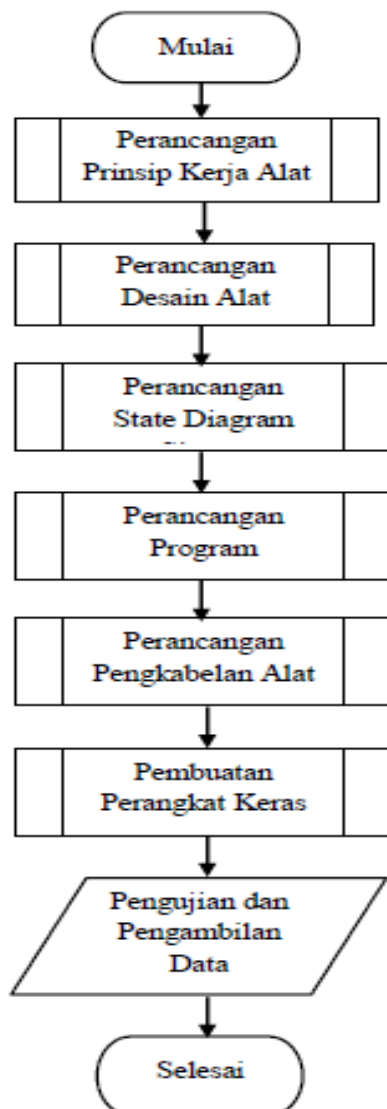
Gambar 2. 11 Pompa Sentrifugal

(Sumber : Faisal, M., 2016)

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

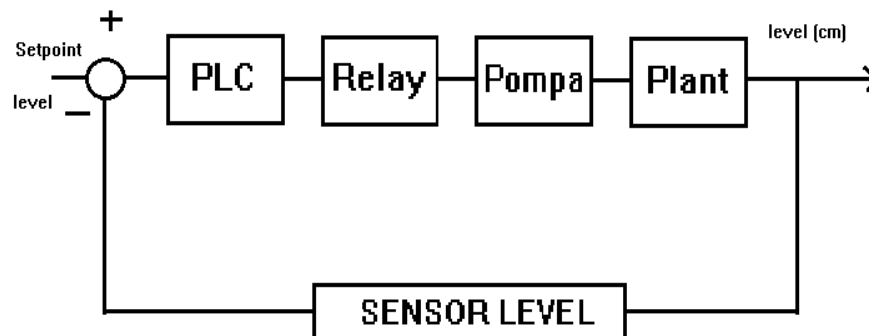
Penyusunan skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendesain prototipe alat Breakwater control dengan menggunakan PLC. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendesain prototype Breakwater Control dapat dilihat dalam diagram alir metode penelitian yang ditunjukkan dalam Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian.

### 3.1 Perancangan Prinsip Kerja Alat

Perancangan prinsip kerja alat breakwater control dapat dilihat dalam diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 3.2 berikut



Gambar 3. 2 Diagram Blok Prinsip Kerja Alat breakwater control.

Waterbreak control terdiri dari wadah plastik berbentuk persegi panjang, dan sensor ultrasonik. Untuk mengaktifkan alat secara keseluruhan, maka diperlukannya input on-off yang akan mengaktifkan dan mematikan keseluruhan sistem. Jika ingin mengaktifkan keseluruhan sistem, maka sakelar on-off haruslah berlogika 1 dan apabila saklar on-off berlogika 0 maka sistem keseluruhan akan mati.

Pertama - tama Q1 akan menyala jika I2 aktif, I2 akan aktif atau berlogika 1 jika air naik melewati sensor > 6cm dari dasar wadah dan menggabungkan Vcc dengan Vcc pada sensor. I3 dan I4 dalam off. Q2 akan menyala jika I3 aktif, I3 akan aktif atau berlogika 1 jika air naik melewati sensor > 11cm dari dasar wadah dan menggabungkan Vcc dengan Vcc pada sensor. I4 dalam off. Q3 akan menyala jika I4 aktif, I4 akan aktif atau berlogika 1 jika air naik melewati sensor > 18cm dari dasar wadah dan menggabungkan Vcc dengan Vcc pada sensor. Q3 akan off pada saat air turun melewati sensor I4 < 18cm dari dasar wadah dan menggabungkan Vcc dengan Vcc pada sensor. Q2 akan off pada saat air turun melewati sensor I3 < 11cm dari dasar wadah dan menggabungkan Vcc dengan Vcc pada sensor. Q1 akan off pada saat air turun melewati sensor I2 < 6cm dari dasar wadah dan menggabungkan Vcc dengan Vcc pada sensor. Siklus ini juga terus berkelanjutan seperti teori sistem kontrol sekuensial. Terus menerus berulang hingga alat di berhentikan (S0 berlogika 0).

Tabel 3. 1 Keterangan Desain Prototipe Waterbreak control.

No.	Keterangan	Singkatan	Tabel Input Output	
			ON	OFF
1	START	I1	1	0
2	Sensor Ultrasonik 1	I2	1	0
3	Sensor Ultrasonik 2	I3	1	0
4	Sensor Ultrasonik 3	I4	1	0
5	Pompa 1	Q1	1	0
6	Pompa 2	Q2	1	0
7	Pompa 3	Q3	1	0

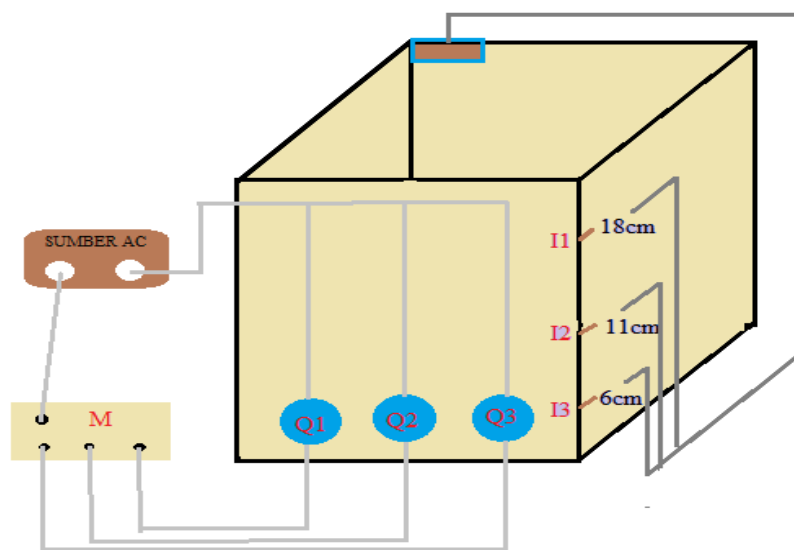
### 3.2 Perancangan Desain Alat

Perancangan desain alat yang akan dibuat terdiri dari pompa air, sensor ultrasonik HC-SR04, dan PLC OMRON tipe CP1L-L20DTI-D. Prototipe alat breakwater control didesain dengan ukuran sendiri. Relay digunakan sebagai pemutus untuk dapat mematikan dan menyalakan kembali pompa serta untuk menghubungkan Arduino dengan PLC. PLC dalam sistem ini digunakan sebagai kontroler utama. Perkiraan perancangan prototipe plant alat breakwater control dapat dilihat dalam Gambar 3.4 berikut:

Tabel 3. 2 Daftar Tugas Untuk Program PLC

Alamat	Keadaan	Singkatan Pada Program	Keterangan
0.01	START	START	Tombol <i>START</i> berfungsi ntuk memulai dan menghentikan jalannya proses.
0.02	Sensor Ultrasonik 1	Sensor_Ultra1	Sensor ultrasonik akan mendeteksi level air.
0.03	Sensor Ultrasonik 2	Sensor_Ultra2	Sensor ultrasonik akan mendeteksi level air.
0.04	Sensor Ultrasonik	Sensor_Ultra3	Sensor ultrasonik akan

	3		mendeteksi level air.
100.01	Pompa 1	Pompa_1	Pompa akan terbuka ketika sensor ultrasonik 1 mendeteksi level air.
100.02	Pompa 2	Pompa _2	Pompa akan terbuka ketika sensor ultrasonik 2 mendeteksi level air.
100.03	Pompa 3	Pompa_3	Pompa akan terbuka ketika sensor ultrasonik 2 mendeteksi level air.



Gambar 3. 3 Breakwater control

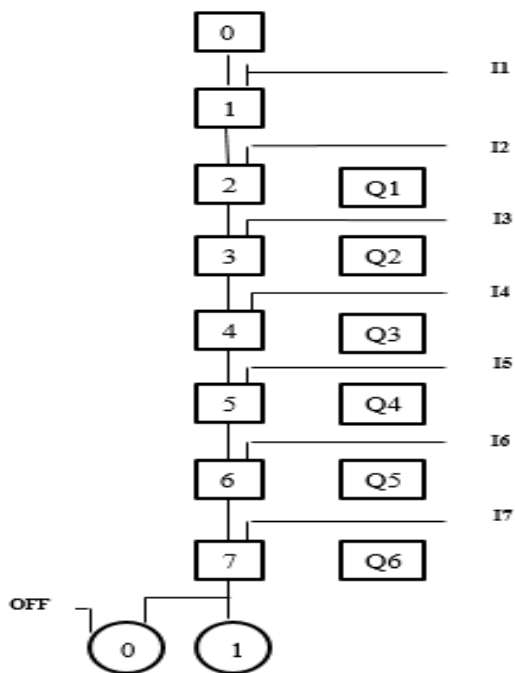
Keterangan:

1. Q1 : Pompa 1.
2. Q2 : Pompa 2.
3. Q3 : Pompa 3.
4. I1 : Sensor ketinggian air 6 cm.
5. I2 : Sensor ketinggian air 11 cm.
6. I3 : Sensor ketinggian air 18 cm.
7. M : Modul relay.

8. SUMBER AC : Catu daya pada pompa

### 3.3. Perancangan State Diagram Sistem

State diagram menggambarkan cara kerja dari prototipe plant alat breakwater control. Perancangan state diagram dari plant breakwater control, disusun seperti dalam Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3. 4 State Diagram Plant breakwater control

Penjelasan state diagram dalam Gambar 3.4 ditunjukkan dalam Tabel 3.3 sebagai berikut:

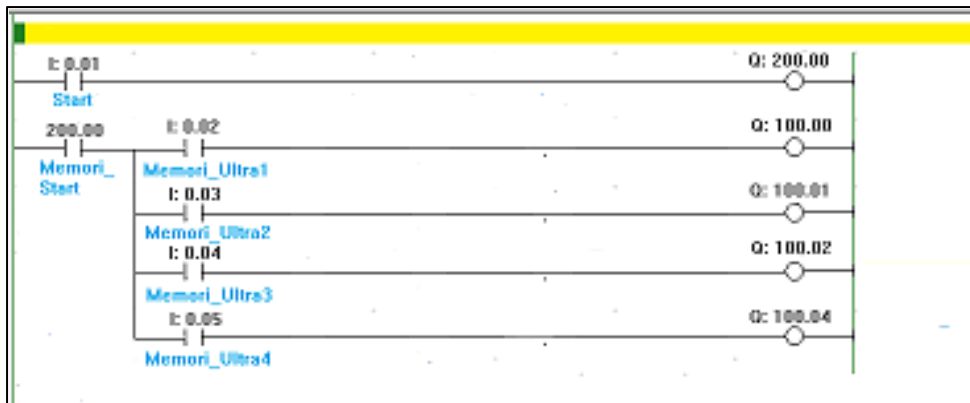
Tabel 3. 3 Penjelasan dari State Diagram Plant breakwater control

Simbol	Penjelasan
0	0 adalah proses penghapusan memori dari sisa-sisa proses sebelumnya yang di tandai dengan I1
1	1 adalah proses mulainya program, yang ditandai dengan berjalannya sensor ultrasonik 1 untuk menggerakkan pompa 1 yang ditunjukkan oleh Q1. Q1 aktif jika dipicu oleh tombol START yang ditandai dengan I2.

2	2 adalah proses mulainya program, yang ditandai dengan berjalannya sensor ultrasonik 2 untuk menggerakkan pompa 2 yang ditunjukkan oleh Q2. Q2 aktif jika dipicu oleh tombol START yang ditandai dengan I3.
3	3 adalah proses mulainya program, yang ditandai dengan berjalannya sensor ultrasonik 3 untuk menggerakkan pompa 3 yang ditunjukkan oleh Q3. Q3 aktif jika dipicu oleh tombol START yang ditandai dengan I4.
4	4 adalah proses berjalannya pompa 1 yang terbuka ketika sensor ultrasonik 1 mendeteksi level air yang di tunjukkan oleh I1 jika melebihi level air yang diinginkan.
5	5 adalah proses berjalannya pompa 2 yang terbuka ketika sensor ultrasonik 2 mendeteksi level air yang di tunjukkan oleh I2 jika melebihi level air yang diinginkan.
6	6 adalah proses berjalannya pompa 3 yang terbuka ketika sensor ultrasonik 3 mendeteksi level air yang di tunjukkan oleh I3 jika melebihi level air yang diinginkan.
7	Proses akan mengulang kembali menuju 1 dan terus berulang sampai saklar dimatikan untuk menghentikan sistem.

### 3.4. Perancangan Program

Setelah membuat state diagram, agar program PLC dapat bekerja dengan baik maka dibuat sebuah ladder diagram atau diagram tangga yang didasarkan pada state diagram yang telah dibuat. Diagram tangga terbentuk dari saklar-saklar yang disusun sesuai dengan logika yang diinginkan. Pada diagram tangga menggunakan saklar Normally Open (N/O). Diagram tangga dari sistem yang digunakan untuk menjalankan prototipe alat breakwater control dapat dilihat dalam Gambar 3.5 berikut:

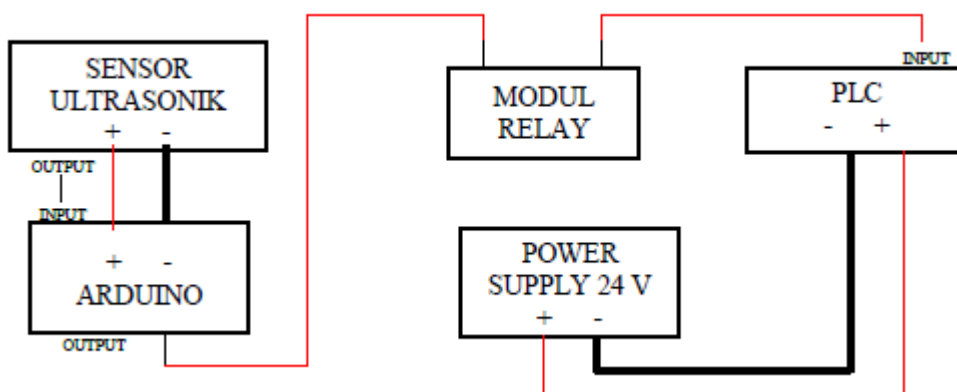


Gambar 3. 5 Ladder Diagram Plant alat breakwater control.

### 3.5. Perancangan Pengkabelan Alat

Setelah pembuatan program untuk sistem selesai maka dibuatlah skema pengkabelan yang akan diterapkan pada perangkat keras. Skema yang dibuat harus sesuai agar sistem dapat berjalan sesuai dengan rancangan awal yang diinginkan

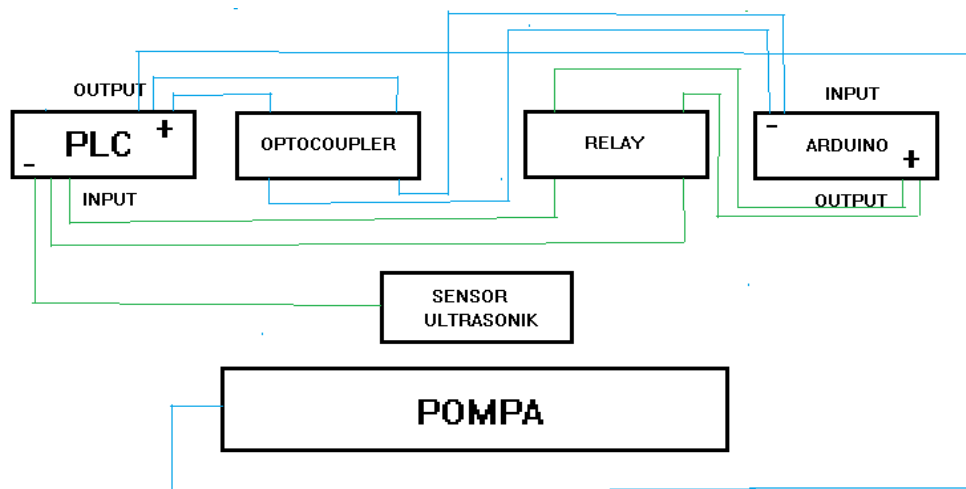
Skema pengkabelan tiap bagian alat breakwater control dapat dilihat dalam Gambar 3.6 dan 3.7 sebagai berikut:



Gambar 3. 6 Pengkabelan Sensor Ultrasonik-Arduino-Relay-PLC

Sedangkan skema pengkabelan pada keseluruhan sistem alat breakwater control dapat dilihat dalam Gambar 3.7 sebagai berikut:





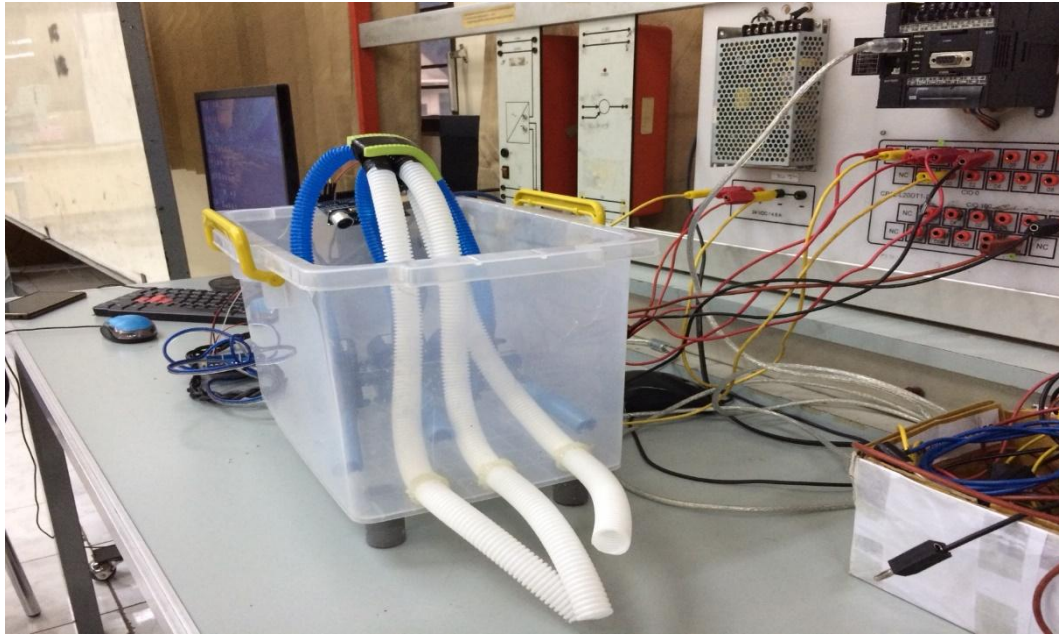
Gambar 3. 7 Pengkabelan Hardware Alat Breakwater Control Secara Keseluruhan.

### 3.6. Pembuatan Perangkat Keras

1. Saklar berfungsi sebagai tombol ON dan OFF pada rangkaian plant.
2. Pompa sebagai penyedot air dari plant.
3. PLC Control Unit berfungsi sebagai kontroler, menganalisa sinyal input dan mengatursesuai keadaan output yang diinginkan. PLC yang digunakan adalah Omron tipe CP1L.
4. PLC Programming Unit berfungsi sebagai perancang program dengan menggunakan ladder diagram sebelum dihubungkan ke plant yang akan digunakan.
5. Relay sebagai pemutus untuk dapat mematikan dan menyalakan kembali Pompa.
6. Sensor ultrasonik disusun sedemikian rupa sebagai sensor ukuran level air.
1. 7. Rangkaian optocoupler sebagai driver untuk menurunkan tegangan dari PLC sebesar 24V menjadi 5V agar sesuai dengan input Arduino.
7. Modul Relay sebagai driver untuk menaikkan tegangan dari Arduino sebesar 5V menjadi 24V agar sesuai dengan input PLC.

Ketika semua bagian perancangan dan komponen telah disiapkan maka selanjutnya akan dirangkai menjadi alat prototipe breakwater control agar dapat dilakukan pengujian pada

langkah selanjutnya. Alat prototipe breakwater control dapat dilihat dalam Gambar 3.8 berikut:



Gambar 3. 8 Alat prototipe breakwater control

## **BAB IV**

### **ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Sistem sekuensial pada mode Normal Operation**

Pada mode Normal Operation seluruh sistem berjalan seluruhnya sesuai dengan pembahasan sebelumnya ketika sudah menyentuh sensor kecepatan sesuai level yang sudah ditentukan.

#### **4.2. Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dengan menggunakan PLC bertujuan untuk dapat mengetahui tingkat keberhasilan dari diagram tangga yang telah dibuat untuk program PLC dari sistem prototipe alat breakwater control sehingga dapat berfungsi sebagai alat yang otomatis dan sesuai dengan rancangan yang dibuat.

##### **a. Peralatan yang dibutuhkan**

- Catu daya 24 V
- Power Supply Unit
- PLC OMRON tipe CP1L
- Modul I/O
- Komputer PC / Laptop yang sudah terpasang program CX-ONE Programmer
- Prototipe breakwater control
- Arduino Mega 2560
- Relay
- Sensor ultrasonik HC-SR04
- Kabel Penghubung
- Modul Relay

##### **b. Prosedur Pengujian**

- Menghubungkan Sensor Ultrasonik-Catu Daya-PLC sesuai dengan gambar 3.6 dan alamat pada PLC sesuai dengan Tabel 3.1.
- Menghubungkan PLC dengan catu daya.
- Menghubungkan Arduino dengan catu daya.
- Menghubungkan I/O dengan catu daya.
- Menghubungkan PC dengan PLC menggunakan kabel bus adaptor.

- Mengubah posisi program dalam keadaan dalam keadaan work online.

- Mentransfer program yang sudah dibuat dari PC ke PLC.
- Mengamati kerja program dan jalan kerja prototipe.
- Memasukkan hasil pengamatan kedalam tabel keadaan sistem.

#### 4.3 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian sistem dengan menggunakan hubungan I/O tersebut dapat diketahui bahwa program dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang dirancang. Agar dapat mengetahui logika yang bekerja pada sistem prototipe alat breakwater control dapat dilihat dalam tabel 4.1 berikut:.

Tabel 4. 1 Keadaan Seluruh Sistem Alat Breakwater Control

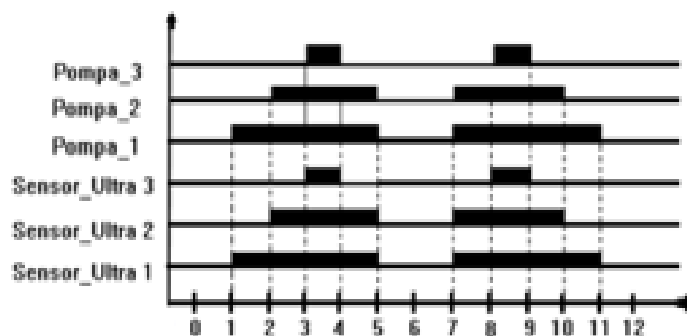
<b>Waktu (Detik)</b>	Sensor_Ultra 1	Sensor_Ultra 2	Sensor_Ultra 3	Pompa_ 1	Pompa_ 2	Pompa_ 3
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0
2	1	1	0	1	1	0
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0	1	1	0
5	1	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	1	0	0
8	1	1	0	1	1	0
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	0	1	1	0
11	1	0	0	1	0	0

12	0	0	0	0	0	0
----	---	---	---	---	---	---

Keterangan:

- 0 = Tidak Aktif
- 1 = Aktif

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas didapatkan data bahwa alat bekerja dengan total dalam mengulangi proses kerja pada pompa. Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa *sensor* bekerja ketika level ketinggian melebihi batas yang diinginkan dan pada pompa menerima data dari sensor untuk bekerja. Proses ini berjalan berulang- ulang ketika alat menyala. Pada pengujian program tidak ditemukan error yang berasal dari program diagram tangga PLC, dikarenakan program dapat berjalan dengan lancar.



Gambar 4. 1 Timing Diagram Keadaan Seluruh Sistem Alat Breakwater Control

Tabel 4. 2 Keberhasilan Pengujian Sistem Prototipe Alat Breakwater Control

Waktu (Detik)	Sensor_Ultra1	Sensor_Ultra 2	Sensor_Ultra3	Pompa 1	Pompa 2	Pompa 3
1	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√

	√	√		√	√	
	√			√		
2	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		
3	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		
4	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		
5	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		
6	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		
7	√			√		
	√	√		√	√	

	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		
8	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		
9	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		
10	√			√		
	√	√		√	√	
	√	√	√	√	√	√
	√	√		√	√	
	√			√		

Keterangan:

√ : Pengujian berhasil

X : Pengujian gagal

Pada Tabel 4.2 ditunjukan bahwa dalam sepuluh kali pengambilan data dengan pembacaan level yang sama. Alat breakwater control berhasil melakukan proses pengontrolan sekuensial, sedangkan tidak ada pengujian yang gagal pada percobaan lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat breakwater control tersebut berhasil.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian prototipe plant alat breakwater control berbasis Programmable Logic Controller dapat disimpulkan bahwa:

1. PLC dapat digunakan sebagai kontroler pada prototipe alat breakwater control karena alat berhasil berjalan menyala secara berurutan.
2. Perancangan protipe plant alat breakwater control berhasil dilakukan. Ladder diagram yang dibuat mampu mengontrol PLC pada alat breakwater control untuk menjalankan proses pembukaan.
3. Dari pengujian didapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan awal pembuatan alat. Hasil yang didapat adalah alat dapat berjalan secara berurutan sesuai data. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat breakwater control tersebut berhasil

#### **5.2 Saran**

1. Menambah kecepatan pompa pada alat agar proses dapat berlangsung lebih cepat.
2. Menambahkan sebuah bak penampung dengan sistem mekanik yang baik pada awal proses berjalan.
3. Perancangan mekanik yang lebih baik agar dapat menghemat waktu pada proses pengontrolan yang cepat.